

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kawasan perkotaan menurut Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 didefinisikan sebagai wilayah yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat permukiman perkotaan, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial, dan kegiatan ekonomi. Fungsi kawasan perkotaan tersebutlah yang akhirnya mendorong adanya urbanisasi sebagai alasan untuk memiliki kesejahteraan hidup yang lebih baik yang hanya didapatkan dari kawasan perkotaan (Niari et al., 2013). Akibat dari adanya urbanisasi tersebut akan memicu penambahan jumlah penduduk di kawasan perkotaan (Adam, 2012) yang selaras dengan perubahan lainnya seperti alih fungsi lahan dari lahan non terbangun menjadi lahan terbangun untuk memenuhi kebutuhan pemukiman maupun sarana dan prasarana pendukung lainnya yang pada akhirnya, alih fungsi lahan dapat menimbulkan masalah-masalah lain seperti masalah lingkungan berupa kenaikan suhu udara di permukaan bumi (Walad dan Purwaningsih, 2019).

Kenaikan suhu yang terjadi di kawasan perkotaan dapat dikaitkan dengan fenomena Urban Heat Island. Reuben (2012) mendefinisikan bahwa *Urban Heat Island* (UHI) merupakan suatu kondisi dimana suhu permukaan di pusat kota lebih tinggi dibandingkan suhu yang berada di daerah pinggiran. UHI menyebabkan perbedaan suhu yang signifikan antara kawasan perkotaan dengan kawasan pinggiran yang dapat dipicu oleh alih fungsi lahan seperti pengurangan lahan bervegetasi, dan pemilihan material yang salah dalam pembangunan sehingga menampung panas, serta aktivitas manusia seperti penggunaan kendaraan bermotor yang akan menyebabkan radiasi dari panas matahari yang seharusnya diserap dan dipantulkan menjadi terperangkap di permukaan bumi sehingga menimbulkan tingginya suhu udara di permukaan (Darlina, 2018). Pada akhirnya, fenomena UHI dapat dikaitkan sebagai salah satu bentuk dari kerusakan lingkungan berupa penurunan kualitas udara yang akan berpengaruh terhadap perubahan iklim karena

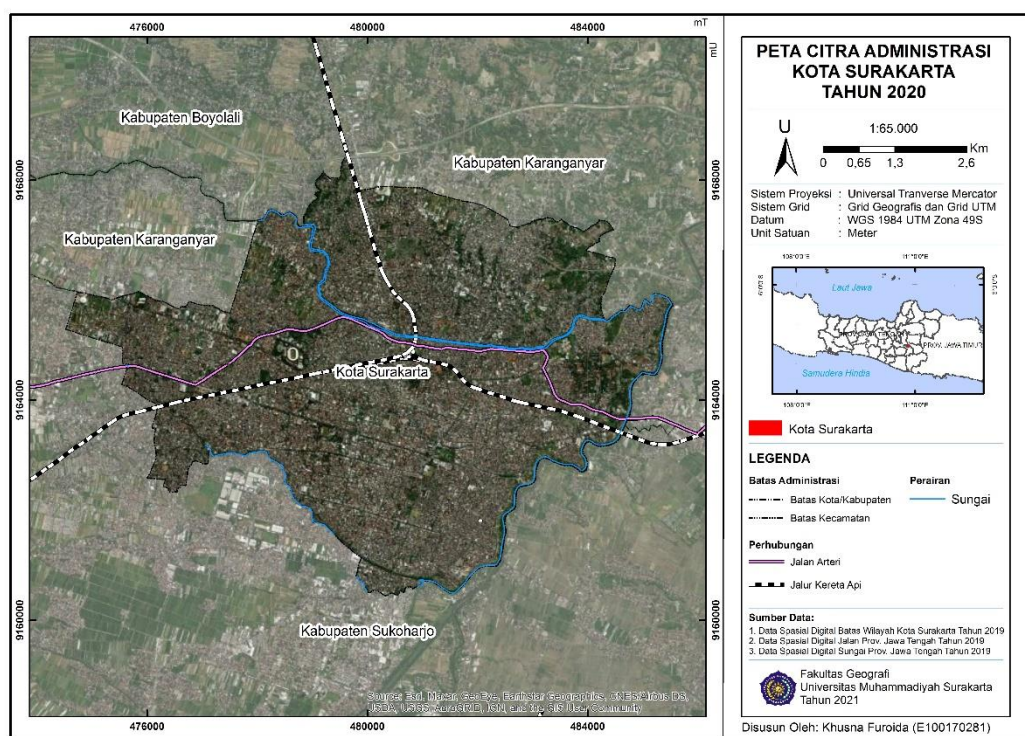
naiknya suhu permukaan yang berdampak pada kesehatan manusia karena manusia hidup di wilayah dengan suhu yang tinggi, dan penggunaan energi untuk adaptasi terhadap perubahan suhu untuk mengurangi efek tersebut dengan pemakaian *Air Conditioner* (AC) (Aldrian et al., 2011).

Langkah untuk mengurangi dampak adanya fenomena UHI di kawasan perkotaan dapat dilakukan melalui pengadaan ruang terbuka hijau yang memadai. Ruang terbuka hijau (RTH) menurut Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 merupakan area memanjang/jalur dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. RTH yang memiliki banyak vegetasi dalam wilayahnya cukup dapat mengurangi dampak dari fenomena UHI. Hal tersebut telah diteliti oleh Darlina (2018) yang berjudul “Analisis Fenomena *Urban Heat Island* Serta Mitigasinya (Studi Kasus Kota Semarang)” yang menunjukkan bahwa melalui persamaan regresi dengan nilai koefisien determinasi, 89,80% penyebab UHI dipengaruhi oleh vegetasi dimana wilayah yang memiliki populasi vegetasi yang sedikit memiliki suhu yang lebih tinggi hingga dapat menyebabkan terjadinya fenomena UHI dibandingkan wilayah dengan populasi vegetasi yang banyak. Hal tersebut berarti bahwa apabila luas vegetasi berkurang maka suhu permukaan akan naik.

RTH terbagi menjadi 2 (dua) cakupan yaitu RTH publik yang dikelola oleh masing-masing pemerintah kabupaten/kota dan RTH privat yang dikelola oleh pihak/lembaga swasta. Proporsi minimal pengadaan RTH di wilayah kota paling sedikit 30 (tiga puluh) persen dari luas wilayah kota dan RTH publik paling sedikit 20 (dua puluh) persen dari luas wilayah kota. RTH memiliki banyak fungsi dalam kawasan perkotaan seperti sebagai bagian dari sistem sirkulasi udara (paru-paru kota), ruang peneduh, produsen oksigen, dan penyerap polutan media udara (Peraturan Menteri Nomor 05 Tahun 2008). RTH memiliki beberapa jenis yang dapat disesuaikan dengan fungsi wilayah yaitu RTH Pekarangan, RTH Taman dan Hutan Kota, RTH Jalur Hijau Jalan, dan RTH dengan fungsi tertentu lainnya. Maka dari itu dalam pengembangan RTH tentunya harus mengetahui bagaimana kondisi wilayah dari zona-zona yang akan dikembangkan sehingga dapat disesuaikan

melalui beberapa aspek seperti luas wilayah, jumlah penduduk, dan kebutuhan fungsi tertentu.

Kota Surakarta merupakan salah satu kota dalam kawasan andalan Joglosemar atau Kawasan Strategis Ekonomi (KSE). Hal tersebutlah yang mendasari Kota Surakarta mejadi salah satu kota yang dijadikan sebagai tujuan urbanisasi. Kota Surakarta memiliki luas wilayah sebesar 44,04 km² , cukup berbeda jauh dengan kabupaten-kabupaten yang berbatasan dengan kota ini yaitu Kabupaten Boyolali dengan luas 1.015 km², Kabupaten Karanganyar seluas 773,8 km², dan Kabupaten Sukoharjo seluas 466,7 km². Namun dalam hal kepadatan lahan terbangun, Kota Surakarta memiliki lebih banyak lahan terbangun dibandingkan vegetasi seperti pada Gambar 1.1 yang menunjukkan penggunaan lahan berdasarkan citra Kota Surakarta tahun 2020.



Gambar 1.1 Peta citra administrasi Kota Surakarta

Sumber: Penulis, 2020.

Penggunaan lahan Kota Surakarta yang didominasi oleh pemukiman dengan total 66% dari luas total wilayah Kota Surakarta (RPJMD Kota Surakarta Tahun 2016-2021). Sisa total luas penggunaan lahan sebesar 24% tentunya dimanfaatkan

untuk hal lainnya seperti kegiatan ekonomi dan fasilitas umum. Namun, angka sisa total luas tersebutlah yang menunjukkan bahwa Kota Surakarta tidak memiliki RTH minimal sesuai dengan Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 yang menunjukkan bahwa proporsi minimal dari RTH adalah 30% dari luas keseluruhan total wilayah. Selain itu, dalam perumusan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Surakarta Tahun 2016-2021 mendeskripsikan salah satu isu strategis di Kota Surakarta bidang lingkungan hidup yaitu degradasi lingkungan bahwa terdapat ketidakefektifan upaya pemenuhan RTH Publik Kota Surakarta yang hanya 9,72% dari total proporsi minimal RTH Publik yaitu 20% dari total luas wilayah. Akibat kurangnya proporsi minimal RTH tersebut, akan muncul beberapa masalah lingkungan salah satunya *Urban Heat Island*.

Fenomena UHI di Kota Surakarta pernah diteliti oleh Wulandari & Sudibyakto (2017) yang berjudul “Identifikasi *Urban Heat Island* di Kota Surakarta” menunjukkan bahwa pada tahun 2015, suhu udara maksimum di Kota Surakarta sebesar 32,7 °C dengan intensitas UHI sebesar 11,4 °C sehingga kategori UHI dapat dikatakan sangat besar. Adanya fenomena UHI di Kota Surakarta juga didukung dengan beberapa narasi yang memberitakan bahwa Kota Surakarta terasa sangat panas dengan suhu udara mencapai 37°C pada forum berita Detik.com (2018) dan Suara Merdeka Solo (2019) serta mencapai 35°C di bulan September pada Tribun Jateng (2020)

Fenomena panasnya kota Surakarta yang terjadi telah menunjukkan adanya fenomena UHI. Hal tersebut memerlukan adanya mitigasi salah satunya berupa pengembangan RTH wilayah yang dapat mendukung fungsi lingkungan agar fenomena UHI di masa mendatang tidak terulang atau bahkan menjadi lebih parah. Maka dari itu, penelitian ini yang berjudul “Analisis Fenomena *Urban Heat Island* untuk Arah Pengembangan Ruang Terbuka Hijau di Kota Surakarta” dirasa perlu dilakukan untuk dapat turut serta membantu dalam perwujudan rencana pembangunan dan mengurangi dampak perubahan lingkungan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah penelitian, maka dirumuskan permasalahan yang diteliti yaitu:

1. Bagaimana persebaran fenomena UHI di Kota Surakarta tahun 2020?
2. Bagaimana persebaran RTH di Kota Surakarta tahun 2020?
3. Bagaimana arahan pengembangan ruang terbuka hijau berdasarkan fenomena UHI di Kota Surakarta?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis persebaran fenomena UHI di Kota Surakarta tahun 2020
2. Menganalisis persebaran RTH di Kota Surakarta tahun 2020
3. Merumuskan arahan pengembangan ruang terbuka hijau berdasarkan fenomena UHI di Kota Surakarta.

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai:

1. Gambaran permasalahan lingkungan berupa UHI di Kota Surakarta
2. Rekomendasi arahan pengembangan ruang terbuka hijau untuk membantu mewujudkan Kota Surakarta yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surakarta tahun 2011 – 2031
3. Rekomendasi pengembangan RTH prioritas dari fenomena UHI sebagai langkah mitigasi
4. Referensi penelitian selanjutnya yang terkait.

1.5 Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya

1.5.1 Telaah Pustaka

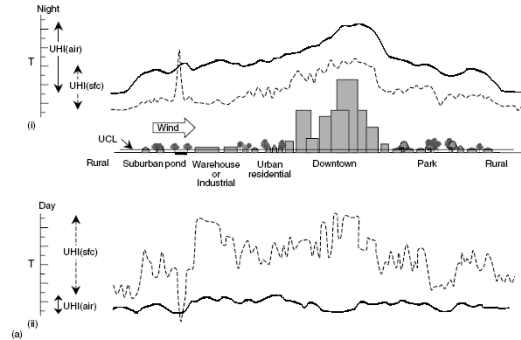
Fenomena *Urban Heat Island* (UHI) yang terjadi di perkotaan disebabkan oleh beberapa faktor antara lain bahan penutup, bentuk, dan orientasi permukaan, sumber kalor, sumber kelembaban, serta kualitas udara (Irwan, 2008). Faktor-faktor tersebut perlu dikaji untuk menentukan apa penyebab dari adanya fenomena UHI. Ketersediaan vegetasi juga mempunyai pengaruh yang tinggi dari terjadinya fenomena UHI (Darlina, 2018) sehingga kajian penyebab UHI juga dapat dilakukan dengan identifikasi kondisi vegetasi yang ada. Vegetasi dalam perkotaan dikaitkan dengan RTH yang mempunyai fungsi sebagai pengatur mikro iklim (PERMEN PU No. 5/PRT/M/2008). Kajian mengenai UHI dan RTH dapat dilakukan dengan menggunakan penginderaan jauh karena penginderaan jauh dapat merekam objek di atas permukaan bumi sehingga informasi yang dikehendaki dapat dilakukan dengan murah, real time, dan dapat mencakup wilayah yang luas (Danoedoro, 2010; Kushardono, 2017). Pemakaian penginderaan jauh untuk mengkaji UHI dapat dilakukan melalui Land Surface Temperature untuk identifikasi suhu permukaan terkait dengan fenomena UHI dengan jenis *Urban Boundary Layer* (Oke, 1976). Sedangkan penggunaan penginderaan jauh untuk RTH dapat dilakukan melalui klasifikasi penggunaan lahan pada citra dengan resolusi spasial yang tinggi. Citra penginderaan jauh untuk LST didapatkan dari LANDSAT-8 dan RTH dari GEOEYE-1 dengan klasifikasi *maximum likelihood*. Hasil dari penelitian ini sesuai dengan Irwan (2008) terkait penggunaan lahan yang menjadi penyebab lanjutan atas fenomena UHI dapat dimitigasi melalui arahan pengembangan RTH sesuai dengan Darlina (2008) agar fungsi dari RTH pada PERMEN PU No. 5/PRT/M/2008 dapat maksimal untuk mengurangi dampak dan kemungkinan terjadinya fenomena UHI.

A. URBAN HEAT ISLAND (UHI)

1. Konsep

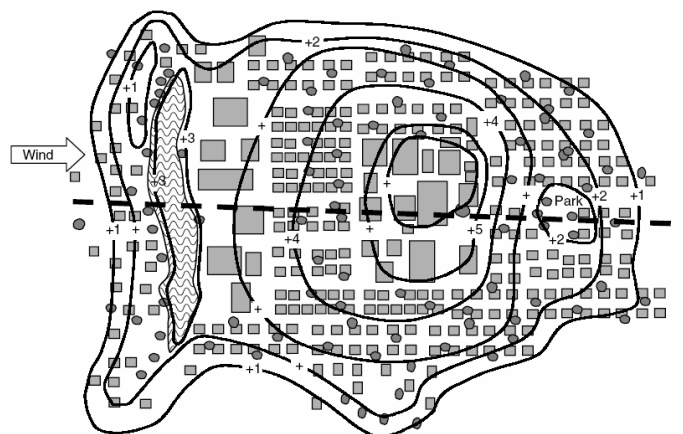
Voogt (2002) menjelaskan bahwa fenomena *Urban Heat Island* (UHI) merupakan gambaran peningkatan suhu udara urban (perkotaan) pada *urban cover layer* (UCL) atau lapisan di bawah gedung dan tajuk vegetasi dibandingkan wilayah *rural* (pinggiran), khususnya di malam hari yang tenang dan cerah (Gambar 1.2). Ciri mendasar yang dimiliki oleh fenomena UHI adalah

terjadinya peningkatan suhu di pusat kota, sehingga menyebabkan perbedaan suhu antara pusat, pinggir, dan luar kota (Maru, 2017).



Gambar 1.2 Fenomena UHI di malam dan siang hari, suhu udara (garis tebal), suhu permukaan (garis putus-putus)
Sumber: Voogt, 2002.

Gambar 1.2 menunjukkan grafik pada bagian atas sebagai kondisi malam hari dan grafik bagian bawah sebagai kondisi siang hari dari suatu wilayah yang terdiri dari kawasan *urban* dan *rural*. Hasil keduanya, baik dari suhu udara maupun suhu permukaan menunjukkan adanya ketinggian suhu yang lebih pada wilayah *urban* yang ditandai dengan ciri adanya gedung dibandingkan dengan wilayah *rural*. Dinamakan pulau panas karena bentuk fenomena UHI bila digambarkan secara spasial berbentuk isoterm seperti sebuah pulau dengan suhu tertinggi di pulau tersebut dibandingkan areal sekitarnya (Gambar 1.3).



Gambar 1.3 Fenomena UHI secara spasial dalam bentuk isoterm tertinggi ditengah gambar seperti sebuah pulau panas
Sumber: Voogt, 2002.

Garis di tengah gambar yang membentuk hampir seperti lingkaran kecil menunjukkan ketinggian suhu pada wilayah tersebut yang hanya berada di cakupan wilayah dengan padatnya pemukima sehingga hal tersebut menandai adanya fenomena pulau panas atau UHI.

2. Faktor Penyebab UHI

UHI yang berkaitan dengan perbedaan suhu disebabkan oleh banyak faktor. Menurut Irwan (2008), perbedaan suhu tersebut dapat disebabkan oleh:

a. Bahan penutup permukaan

Permukaan daerah perkotaan berupa beton dan semen memiliki konduktivitas kalor yang tinggi (tiga kali lebih tinggi daripada tanah berpasir yang basah). Akibatnya, permukaan daerah perkotaan menyimpan energi lebih banyak.

b. Bentuk dan orientasi permukaan

Bentuk dan orientasi permukaan di perkotaan lebih bervariasi sehingga energi yang datang akan dipantulkan berulang kali dan akan mengalami beberapa penyerapan dan disimpan dalam bentuk panas.

c. Sumber kalor

Di daerah perkotaan, terdapat beragam aktivitas manusia yang menjadi sumber panas, misalnya kendaraan bermotor, mesin-mesin pabrik, pendingin ruangan.

d. Sumber kelembaban

Di daerah perkotaan, air hujan cenderung mengalir pada parit, selokan dan menjadi run off, sehingga jumlah air yang meresap relatif lebih kecil daripada daerah pinggiran kota. Kondisi tersebut menyebabkan berkurangnya evaporasi yang akan meningkatkan kelembaban udara dan menurunkan suhu. Kecilnya kemungkinan terjadinya evaporasi akan menyebabkan lebih banyak panas yang tersedia untuk memanaskan atmosfer perkotaan.

e. Kualitas udara

Udara kota banyak mengandung bahan pencemaran yang berasal dari rumah kaca seperti CO₂, CH₄, CFCs yang dapat menimbulkan “efek rumah kaca”.

3. Dampak Fenomena UHI

Dampak UHI secara lokal di wilayah beriklim dingin dan beriklim panas, dikemukakan oleh Oke (1997), Givoni (1998) dan Voogt (2002) dalam Effendy (2007). Secara rinci disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Dampak fenomena UHI

Dampak	Wilayah Iklim Dingin	Wilayah Iklim Panas
Kenyamanan manusia	Positif di musim dingin dan gugur; negatif di musim semi	Negatif sepanjang tahun
Penggunaan energi	Positif di musim dingin dan gugur; negatif di musim semi dan panas	Negatif sepanjang tahun
Polusi udara	Negatif	Negatif
Penggunaan air	Negatif	Negatif
Aktivitas biologis	Positif	Negatif

Sumber: Effendy, 2007.

Pada Tabel 1.1 terlihat bahwa dampak UHI terhadap kenyamanan, penggunaan energi, polusi udara, penggunaan air dan aktivitas biologis bernilai negatif di wilayah beriklim panas, sedangkan wilayah beriklim dingin UHI berdampak positif bagi kenyamanan, penggunaan energi dan aktivitas biologis saat musim dingin dan gugur. Dampak positif dirasakan karena suhu udara di musim dingin dan gugur menjadi tidak sedingin jika tanpa UHI

Kenyamanan merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan pengaruh keadaan lingkungan fisik atmosfer atau iklim terhadap manusia. Kondisi nyaman apabila sebagian energi manusia dibebaskan untuk kerja produktif dan upaya pengaturan suhu tubuh berada pada level minimal (Effendy, 2007).

4. Jenis UHI

Berdasarkan beberapa referensi mengenai jenis UHI, UHI dibedakan menjadi skala horizontal dan skala vertikal. Skala horizontal pada UHI berupa

skala lokal maupun regional (Arnfield, 2003). Sedangkan pada skala vertikal, terbagi menjadi dua (2) yaitu (Oke, 1976):

a. Urban Canopy Layer (UCL)

Urban Canopy Layer (UCL) merupakan salah satu jenis UHI yang didasarkan pada batas kira-kira dari tanah ke tingkat atap sehingga proses aliran udara dan pertukaran energi dikendalikan oleh skala mikro, spesifik lokasi karakteristik dan proses. UCL juga dapat dikenal sebagai *Canopy-Layer Urban Heat Island* (CLUHI).

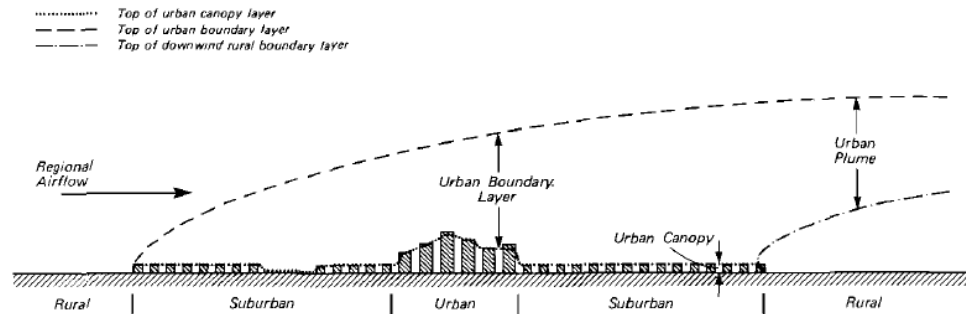
UCL terdiri dari udara yang terkandung di antara elemen kekasaran perkotaan (terutama bangunan). Itu Kanopi perkotaan adalah konsep skala mikro, iklimnya didominasi oleh alam lingkungan sekitar (terutama materi situs dan geometri).

b. Urban Boundary Layer (UBL)

Urban Boundary Layer (UBL) *Boundary-Layer Urban Heat Island* (BLUHI) atau merupakan jenis UHI yang didasarkan pada batas diatas tingkat atap atau bagian dari batas planet lapisan yang karakteristiknya dipengaruhi oleh keberadaan permukaan perkotaan (atau zona penggunaan lahannya) di bawah dan merupakan fenomena skala lokal hingga meso yang dikendalikan oleh proses yang beroperasi pada skala spasial dan temporal yang lebih besar.

UBL yang berupa konsep lokal atau mesoscale yang mengacu pada bagian dari lapisan batas planet yang karakteristiknya dipengaruhi oleh keberadaan wilayah perkotaan di batas bawahnya. Bagian atas lapisan batas kota biasanya ditutup dengan pembalikan suhu yang memberikan beberapa korespondensi dengan batas atas polusi perkotaan.

Perbedaan antar UCL dan UBL telah diilustrasikan pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Skema jenis UHI

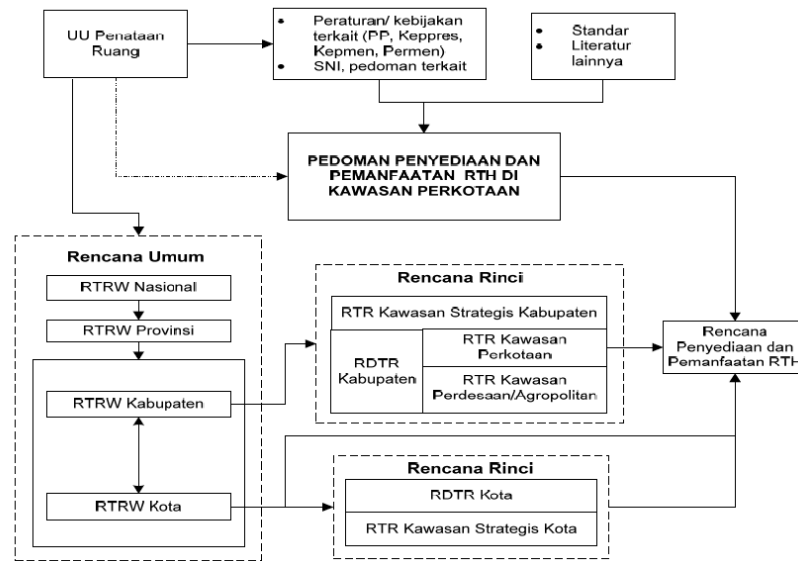
Sumber: Oke, 1976.

Gambar 1.4 menunjukkan bahwa UCL merupakan UHI yang berdasarkan pada penggambaran kanopi atau bidang bangunan sehingga UHI yang didapatkan dari UCL ini merupakan UHI dari suhu udara yang ditempati oleh manusia. Sedangkan, UBL yang didasarkan pada permukaan dari suatu objek bisa didapatkan dari suhu dari permukaan objek-objek tersebut.

B. RUANG TERBUKA HIJAU (RTH)

1. Konsep

Ruang Terbuka Hijau (RTH) adalah area memanjang/jalur dan atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh tanaman secara alamiah maupun yang sengaja ditanam (Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007). Ketentuan mengenai penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka hijau berdasarkan Peraturan Menteri Nomor 05 Tahun 2008 seperti pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Kedudukan Rencana Penyediaan dan Pemanfaatan RTH
Sumber: PERMEN PU No. 5/PRT/M/2008.

Gambar 1.5 menunjukkan bahwa dalam Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan berlandaskan pada UU Penataan Ruang dengan beberapa peraturan dan kebijakan yaitu Peraturan/kebijakan terkait (PP, Keppres, Kepmen, Permen) dan SNI, maupun pedoman terkait. Selain itu, dalam penyediaan dan pemanfaatan RTH ini dapat menggunakan standar dan literatur lainnya yang mendukung. Selain itu, dalam perencanaan penyediaan dan pemanfaatan RTH tersebut perlu dirumuskan rencana umum dan rencana detail yang dapat dilandaskan pada RTRW masing-masing wilayah yang menaungi.

Penyediaan dan pemanfaatan RTH dalam RTRW Kota/RDTR Kota/RTR Kawasan Strategis Kota/RTR Kawasan Perkotaan, dimaksudkan untuk menjamin tersedianya ruang yang cukup bagi (PERMEN PU No. 5/PRT/M/2008):

- Kawasan konservasi untuk kelestarian hidrologis;
- Kawasan pengendalian air larian dengan menyediakan kolam retensi;
- Area pengembangan keanekaragaman hayati;
- Area penciptaan iklim mikro dan pereduksi polutan di kawasan perkotaan;
- Tempat rekreasi dan olahraga masyarakat;

- f. Tempat pemakaman umum;
- g. Pembatas perkembangan kota ke arah yang tidak diharapkan;
- h. Pengamanan sumber daya baik alam, buatan maupun historis;
- i. Penyediaan RTH yang bersifat privat, melalui pembatasan kepadatan serta kriteria pemanfaatannya;
- j. Area mitigasi/evakuasi bencana; dan
- k. Ruang penempatan pertandaan (signage) sesuai dengan peraturan perundangan dan tidak mengganggu fungsi utama RTH tersebut.

2. Tujuan RTH

Tujuan penyelenggaraan RTH menurut PERMEN PU No. 5/PRT/M/2008 adalah:

- a. Menjaga ketersediaan lahan sebagai kawasan resapan air;
- b. Menciptakan aspek planologis perkotaan melalui keseimbangan antara lingkungan alam dan lingkungan binaan yang berguna untuk kepentingan masyarakat;
- c. Meningkatkan keserasian lingkungan perkotaan sebagai sarana pengaman lingkungan perkotaan yang aman, nyaman, segar, indah, dan bersih.

3. Fungsi RTH

PERMEN PU No. 5/PRT/M/2008 merumuskan fungsi RTH sebagai berikut:

a. Fungsi utama (intrinsik) yaitu fungsi ekologis:

- 1) Memberi jaminan pengadaan rth menjadi bagian dari sistem sirkulasi udara (paru-paru kota);
- 2) Pengatur iklim mikro agar sistem sirkulasi udara dan air secara alami dapat berlangsung lancar;
- 3) Sebagai peneduh;
- 4) Produsen oksigen;
- 5) Penyerap air hujan;
- 6) Penyedia habitat satwa;
- 7) Penyerap polutan media udara, air dan tanah, serta;
- 8) Penahan angin.

b. Fungsi tambahan (ekstrinsik) yaitu:

- 1) Fungsi sosial dan budaya:
 - a) Menggambarkan ekspresi budaya lokal;
 - b) Merupakan media komunikasi warga kota;
 - c) Tempat rekreasi;
 - d) Wadah dan objek pendidikan, penelitian, dan pelatihan dalam mempelajari alam.
- 2) Fungsi ekonomi:
 - a) Sumber produk yang bisa dijual, seperti tanaman bunga, buah, daun, sayur mayur;
 - b) Bisa menjadi bagian dari usaha pertanian, perkebunan, kehutanan dan lainlain.
- 3) Fungsi estetika:
 - a) Meningkatkan kenyamanan, memperindah lingkungan kota baik dari skala mikro: halaman rumah, lingkungan permukiman, maupun makro: lansekap kota secara keseluruhan;
 - b) Menstimulasi kreativitas dan produktivitas warga kota;
 - c) Pembentuk faktor keindahan arsitektural;
 - d) Menciptakan suasana serasi dan seimbang antara area terbangun dan tidak terbangun.

Suatu wilayah perkotaan, empat fungsi utama ini dapat dikombinasikan sesuai dengan kebutuhan, kepentingan, dan keberlanjutan kota seperti perlindungan tata air, keseimbangan ekologi dan konservasi hayati.

4. Manfaat RTH

Manfaat RTH berdasarkan fungsinya dibagi atas (PERMEN PU No. 5/PRT/M/2008):

- a. Manfaat langsung (dalam pengertian cepat dan bersifat tangible), yaitu membentuk keindahan dan kenyamanan (teduh, segar, sejuk) dan mendapatkan bahan-bahan untuk dijual (kayu, daun, bunga, buah);

- b. Manfaat tidak langsung (berjangka panjang dan bersifat intangible), yaitu pembersih udara yang sangat efektif, pemeliharaan akan kelangsungan persediaan air tanah, pelestarian fungsi lingkungan beserta segala isi flora dan fauna yang ada (konservasi hayati atau keanekaragaman hayati).

5. Topologi RTH

PERMEN PU No. 5/PRT/M/2008 merumuskan pembagian jenis-jenis RTH yang ada sesuai dengan tipologi RTH yang tertera pada Gambar 1.6.

Ruang Terbuka Hijau (RTH)	Fisik	Fungsi	Struktur	Kepemilikan
	RTH Alami	Ekologis	Pola Ekologis	RTH Publik
	RTH Non Alami	Sosial Budaya	Pola Planologis	RTH Privat
		Estetika		
		Ekonomi		

Gambar 1.6 Topologi RTH

Sumber: PERMEN PU No. 5/PRT/M/2008.

Gambar 1.6 menunjukkan mengenai tipologi RTH yang dapat disesuaikan dengan fisiknya berupa RTH Alami dan RTH Non Alami. Kedua fisik RTH tersebut memiliki fungsi, struktur, dan kepemilikan yang berbeda karena disesuaikan dengan fisik dari RTH itu sendiri.

Secara fisik RTH dapat dibedakan menjadi RTH alami berupa habitat liar alami, kawasan lindung dan taman-taman nasional serta RTH non alami atau binaan seperti taman, lapangan olahraga, pemakaman atau jalur-jalur hijau jalan. Dilihat dari fungsi RTH dapat berfungsi ekologis, sosial budaya, estetika, dan ekonomi. Secara struktur ruang, RTH dapat mengikuti pola ekologis (mengelompok, memanjang, tersebar), maupun pola planologis yang mengikuti hirarki dan struktur ruang perkotaan.

Dari segi kepemilikan, RTH dibedakan ke dalam RTH publik dan RTH privat. Pembagian jenis-jenis RTH publik dan RTH privat adalah sebagaimana Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Jenis-jenis RTH

No	Jenis	RTH Publik	RTH Privat
1	RTH Pekarangan		
	a. Pekarangan rumah tinggal		V
	b. Halaman perkantoran, pertokoan, dan tempat usaha		V
	c. Taman atap bangunan		V
2	RTH Taman dan Hutan Kota		
	a. Taman RT	V	V
	b. Taman RW	V	V
	c. Taman kelurahan	V	V
	d. Taman kecamatan	V	V
	e. Taman kota	V	
	f. Hutan kota	V	
	g. Sabuk hijau (green belt)	V	
3	RTH Jalur Hijau Jalan		
	a. Pulau jalan dan media jalan	V	V
	b. Jalur pejalan kaki	V	V
	c. Ruang dibawah jalan layang	V	
4	RTH Fungsi Tertentu		
	a. RTH sempadan rel kereta api	V	
	b. Jalur hijau jaringan listrik tegangan tinggi	V	
	c. RTH sempadan sungai	V	
	d. RTH sempadan pantai	V	
	e. RTH pengamanan sumber air baku/mata air	V	
	f. pemakaman	V	

Sumber: PERMEN PU No. 5/PRT/M/2008.

Mengenai jenis RTH yang tertera pada tabel 1.2 menunjukkan bahwa keseluruhan RTH Privat yang dapat dikembangkan berupa RTH dengan skala kecil atau lokal seperti pekarangan rumah, halaman perkantoran, taman atap bangunan, maupun jalur pejalan kaki. Sedangkan untuk RTH Publik dalam pemanfaatannya pada wilayah-wilayah dengan skala luas yang dapat dengan mudah dikelola dan memang menjadi bagian dari pembangunan dari suatu perkotaan seperti hutan kota, taman kota, sempadan sungai, dan lain-lain.

Baik RTH publik maupun privat memiliki beberapa fungsi utama seperti fungsi ekologis serta fungsi tambahan, yaitu sosial budaya, ekonomi, estetika/arsitektural. Khusus untuk RTH dengan fungsi sosial seperti tempat istirahat, sarana olahraga dan atau area bermain, maka RTH ini harus memiliki aksesibilitas yang baik untuk semua orang, termasuk aksesibilitas bagi penyandang disabilitas (PERMEN PU No. 5/PRT/M/2008).

Karakteristik RTH disesuaikan dengan tipologi kawasannya salah satunya yaitu kawasan perkotaan yang tertera pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Tipologi kawasan perkotaan

Tipologi kawasan perkotaan	Karakteristik RTH	
	Fungsi utama	Penerapan kebutuhan RTH
Pantai	<ul style="list-style-type: none"> • pengamanan wilayah pantai • sosial budaya • mitigasi bencana 	<ul style="list-style-type: none"> • berdasarkan luas wilayah • berdasarkan fungsi tertentu
Pegunungan	<ul style="list-style-type: none"> • konservasi tanah • konservasi air • keanekaragaman hayati 	<ul style="list-style-type: none"> • berdasarkan luas wilayah • berdasarkan fungsi tertentu
Rawan bencana	mitigasi/evakuasi bencana	berdasarkan fungsi tertentu
Berpenduduk jarang s.d sedang	dasar perencanaan kawasan sosial	<ul style="list-style-type: none"> • berdasarkan fungsi tertentu • berdasarkan jumlah penduduk
Berpenduduk padat	<ul style="list-style-type: none"> • ekologis • sosial • hidrologis 	<ul style="list-style-type: none"> • berdasarkan fungsi tertentu • berdasarkan jumlah penduduk

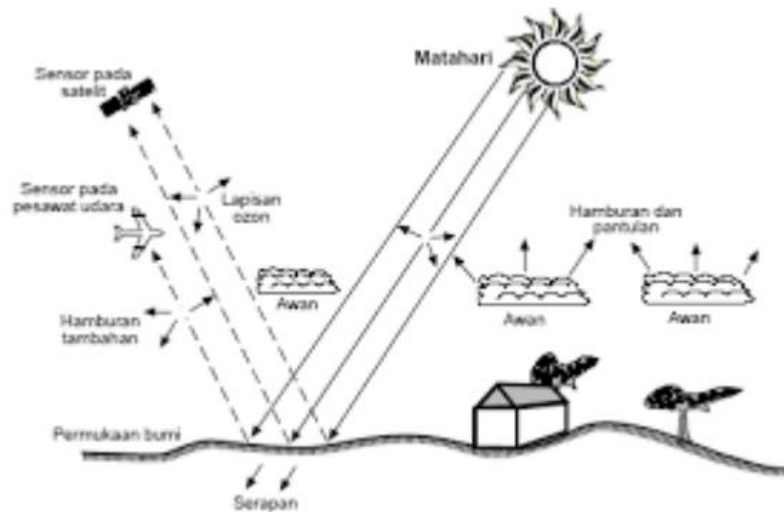
Sumber: PERMEN PU No. 5/PRT/M/2008.

Pentingnya mengetahui tipologi kawasan perkotaan untuk mewujudkan RTH yang sesuai seperti pada tabel 1.3. Jika kawasan perkotaan tersebut berupa pantai, maka fungsi utama dari kawasan tersebut sebagai pengamanan wilayah pantai, pemenuhan kebutuhan sosial budaya, dan mitigasi bencana. Maka dari itu, RTH yang dapat diterapkan pada pantai tersebut dapat disesuaikan dengan luas wilayah dan fungsinya misalkan kawasan pantai yang dikembangkan untuk pengamanan dari abrasi maka perlu adanya RTH berupa RTH sempadan pantai dengan jenis tanaman Pohon Bakau. Contoh lain pada tipologi kawasan perkotaan dengan penduduk yang padat dengan fungsi utama untuk ekologis, sosial, dan hidrologis, maka RTH yang dapat diterapkan berupa RTH yang cocok untuk kawasan padat seperti taman atap bangunan.

C. PENGINDERAAN JAUH (PJ)

1. Konsep

Penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni dalam memperoleh informasi mengenai suatu obyek, area, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan alat tanpa suatu kontak langsung (Lillesand et al., 2008). Sementara menurut American Society of Photogrammetry penginderaan jauh merupakan pengukuran atau perolehan informasi dari beberapa sifat obyek atau fenomena dengan menggunakan alat tertentu untuk menghindari kontak fisik dengan obyek atau fenomena yang diteliti. Campbell menyatakan bahwa penginderaan jauh adalah ilmu untuk mendapatkan informasi tentang permukaan bumi seperti tanah dan air dari gambar yang diperoleh dari kejauhan. Penggambaran mengenai penginderaan jauh dapat dilihat pada Gambar 1.7.



Gambar 1.7 Sistem penginderaan jauh
Sumber: Yusuf dan Rijal, 2013.

Penginderaan jauh berdasarkan gambar 1.7 menunjukkan adanya penangkapan atau perekaman suatu objek di bumi oleh satelit dengan menggunakan bantuan dari pantulan cahaya matahari pada objek yang mengarah pada sensor pada satelit. Dalam proses tersebut tentunya tidak lepas dari adanya hambatan-hambatan seperti adanya awan, adanya hamburan, dan lain-lain.

Keunggulan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dibandingkan dengan pemotretan foto udara diantaranya dari segi harga, periode ulang terhadap perekaman daerah yang sama, pemilihan spectrum panjang gelombang untuk mengatasi hambatan atmosfer, serta kombinasi saluran spectral (spectral band) yang dapat diatur sesuai dengan tujuan pengguna (Danoedoro, 2010). Penginderaan jauh memiliki 2 jenis citra yaitu foto udara dan citra satelit. Foto udara merupakan rekaman fotogrametris objek di atas permukaan bumi yang pengambilannya dilakukan dari udara sedangkan Citra satelit merupakan citra digital penginderaan jauh yang diperoleh dari sistem perekaman melalui sensor satelit.

2. Resolusi Citra Dalam Penginderaan Jauh

Resolusi menurut Danoedoro (2010) atau disebut juga sebagai daya pisah/*resolving power* merupakan kemampuan sistem optik-elektronik untuk membedakan informasi spasial yang berdekatan atau secara spektral memiliki kemiripan/kesamaan. Seiring perkembangan zaman resolusi tidak hanya sebatas pada pengertian di atas karena terdapat unsur waktu yang disebut sebagai resolusi temporal. Di dalam sistem penginderaan jauh dikenal setidaknya empat/4 jenis resolusi yakni resolusi spektral, resolusi radiometrik, resolusi spasial dan resolusi temporal. Dalam praktik pengolahan citra, resolusi layar juga memegang peranan penting. Macam-macam resolusi dalam penginderaan jauh yaitu:

a. Resolusi Spasial

Resolusi spasial merupakan salah satu resolusi yang sering disebut dan memiliki peran penting di dalam penyajian data perekaman penginderaan jauh. Yang dimaksud dengan resolusi spasial yakni ukuran terkecil suatu obyek yang masih dapat dideteksi oleh suatu sistem penginderaan jauh. Semakin tinggi resolusi spasial suatu citra maka citra tersebut mampu merekam obyek secara detail dan mampu menyajikan kenampakan obyek dengan satuan kecil yang ada di permukaan bumi (Danoedoro, 2010).

b. Resolusi Spektral

Danoedoro (2010) menyebutkan bahwasannya yang dimaksud dengan resolusi spektral merupakan kemampuan suatu sistem opticelektromagnetik yang berfungsi untuk membedakan informasi obyek berdasarkan nilai pantulan ataupun nilai pancaran spektralnya. Dalam konteks ini maka apabila sebuah citra memiliki jumlah saluran yang lebih banyak dan masing-masing saluran tersebut cukup sempit maka apabila dilakukan analisis kemungkinan citra dalam membedakan obyek berdasarkan respon spektralnya. Sehingga yang dimaksud citra yang memiliki resolusi spektral yang tinggi adalah citra tersebut memiliki jumlah saluran yang banyak dan semakin sempit interval panjang gelombangnya.

c. Resolusi Temporal

Resolusi temporal merupakan suatu kemampuan sistem perekaman citra satelit yang mampu merekam ulang wilayah/daerah yang sama. Resolusi temporal ini memiliki peran dan seringkali dimanfaatkan untuk analisis perubahan penggunaan lahan ataupun monitoring tingkat kesesuaian penggunaan lahan, dan sebagainya. Setiap citra satelit memiliki resolusi temporal yang berbeda beberapa citra satelit mampu merekam obyek yang sama dalam waktu yang selangnya tidak lama sebagai contohnya yakni citra GMS memiliki kemampuan merekam obyek yang sama dalam waktu 2 kali selama satu hari. Sementara beberapa satelit sumber daya yakni Landsat memiliki resolusi temporal 16 hari, dan untuk citra SPOT memiliki resolusi temporal yakni 26 hari sekali (Danoedoro, 2010). .

d. Resolusi Radiometrik

Resolusi radiometrik merupakan kemampuan sensor dalam mencatat respons spektral obyek. Kemampuan ini memiliki keterkaitan dengan kemampuan coding (*digital coding*), yakni kemampuan mengubah intensitas pantulan atau pancaran spektral menjadi sebuah angka digital atau disebut dengan bit. Sebuah citra yang baik diantaranya memiliki kemampuan tingkatan bit yang lebih tinggi yakni hingga mencapai 11 bit coding atau sebesar 2048 tingkat. Sementara untuk citra satelit dengan generasi lama hanya memiliki kemampuan tingkatan bit yang terbatas (Danoedoro, 2010).

Berdasarkan definisi dari macam-macam resolusi dalam penginderaan jauh maka pemilihan citra harus memperhatikan kegunaan sehingga dapat melakukan pemilihan citra yang sesuai dengan studi kasus agar dalam hasil pengolahan citra tersebut mendapatkan hasil yang sesuai dan maksimal.

3. Informasi Penginderaan Jauh

Informasi spasial penutup dan penggunaan lahan dibutuhkan dalam perencanaan pembangunan suatu wilayah, monitoring lingkungan, maupun untuk mendukung kegiatan mitigasi bencana alam. Informasi spasial penutup penggunaan lahan dapat diperoleh dengan dua cara sebagaimana Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Teknik perolehan informasi spasial penutup lahan

Teknik Perolehan	Kekurangan	Kelebihan
Survei Lapangan	Mahal, waktu lama, cakupan sempit	Informasi detail dan akurat
Teknik Inderaja	Informasi tdak detail, investasi infrastruktur mahal	Murah, real time, cakupan luas

Sumber: Kushardono, 2017.

Teknik perolehan informasi spasial yang pertama yaitu dengan melakukan survei langsung ke lapangan menggunakan alat ukur dan melalui teknik interpretasi penginderaan jauh. Masing-masing teknik perolehan informasi lahan tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Pada teknik survei lapangan, dikarenakan umumnya lahan yang diukur sangat luas maka membutuhkan waktu yang lama, biaya untuk membayar ahli surveinya juga mahal dan sekali pengukuran tidak bisa langsung memperoleh hasil yang luas. Akan tetapi dengan survei lapangan secara langsung, informasi lahan yang diperoleh sangat detail dan akurat. Oleh karena itu pula, hasil survei lapangan juga dapat dipergunakan sebagai data rujukan dalam interpretasi data penginderaan jauh (Kushardono, 2017).

Sementara itu saat ini teknik penginderaan jauh sudah berkebang pesat, pada penginderaan jauh menggunakan satelit, datanya dapat diperoleh hampir setiap saat dengan cakupan yang luas, bahkan dengan data satelit penginderaan jauh resolusi menengah datanya dapat diperoleh dengan tidak berbayar. Dengan demikian, penggunaan teknik inderaja dapat untuk memperoleh informasi penggunaan lahan secara cepat, luas cakupannya, setiap saat atau *real time* dan murah. Akan tetapi teknik penginderaan jauh memiliki kekurangan terutama pada penginderaan jauh satelit, selain karena resolusi citra yang diperoleh memiliki keterbatasan sehingga informasinya tidak bisa detail sebagaimana pada hasil survei lapangan, juga membutuhkan investasi untuk pembuatan satelit, stasiun bumi pengendali satelit dan penerima data, serta sistem pengolahan datanya. Namun demikian pada saat ini bagi pengguna teknologi

penginderaan jauh sudah dapat memperoleh data tidak berbayar. Dalam hal ini untuk data resolusi rendah dan menengah melalui situs internet, baik yang disediakan oleh operator satelit maupun dari instansi pemerintah seperti Bank Data Penginderaan Jauh di LAPAN (Kushardono, 2017).

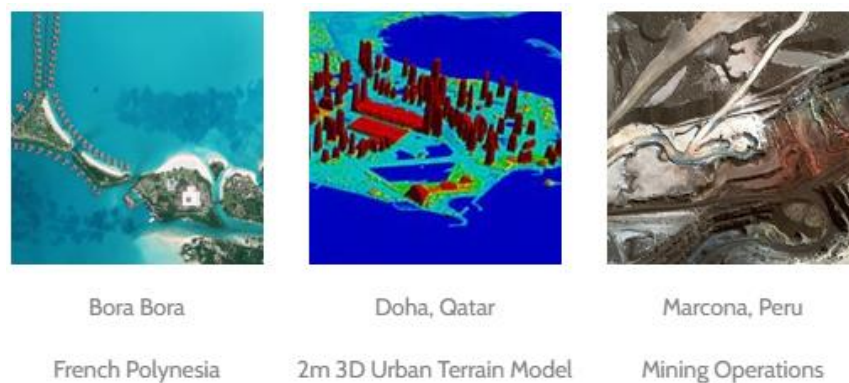
Kendala dalam penggunaan teknologi penginderaan jauh adalah dibutuhkannya suatu metode pengolahan data. Pertama adalah koreksi data akibat kesalahan radiometrik dan geometrik pada penerimaan sinyal objek lahan oleh penginderaan (sensor) serta kondisi lahan yang diukur. Kesalahan yang harus dikoreksi ini diakibatkan selain kesalahan sistematis oleh kepekaan dan posisi penginderaan, pergerakan wahana satelit maupun pesawat, juga kelengkungan permukaan dan perputaran bumi. Selain itu, kesalahan yang tidak sistematis akibat bentuk lahan maupun kondisi atmosfer termasuk perubahan iluminasi sinar matahari pada objek lahan juga harus dikoreksi terlebih dahulu. Sebagaimana koreksi radiometri dan atmosferik pada data Landsat dalam mengestimasi biomas hutan oleh Serrano et al. (2016) dalam Kushardono (2017).

4. Citra GEOEYE-1

Satellite Imaging Corporation (2008) menjelaskan mengenai satelit GEOEYE-1 yang diluncurkan pada tahun 26 September 2008. GEOEYE-1 akan dilengkapi paling banyak teknologi canggih yang pernah digunakan dalam sistem penginderaan jauh komersial. Satelit akan mampu mengumpulkan gambar pada pankromatik 0,41 meter (hitam & putih) dan resolusi multispektral 1,65 meter. Sama pentingnya, GEOEYE-1 akan dapat secara tepat menemukan objek dalam jarak 3 meter dari aslinya lokasi di permukaan bumi. Tingkat akurasi geolokasi yang melekat belum pernah ada dicapai dalam sistem pencitraan komersial apa pun. Satelit tersebut akan dapat mengumpulkan hingga 700.000 persegi kilometer pankromatik (dan hingga 350.000 kilometer persegi multispektral yang diasah) citra per hari. Kemampuan ini ideal untuk proyek pemetaan skala besar. GEOEYE-1 akan bisa mengunjungi kembali titik mana pun di Bumi setiap tiga hari sekali atau lebih cepat. Pelanggan akan memiliki pilihan untuk memesan Citra BASIC, GEO, ORTHO dan STEREO

serta produk turunan citra, termasuk DEM (model elevasi digital) dan DSM (model permukaan digital), mozaik area luas, dan peta fitur.

Secara teknis, GEOEYE-1 melakukan 12 hingga 13 orbit per hari dengan terbang pada ketinggian 684 kilometer atau 425 mil dengan kecepatan orbit sekitar 7,5 km / detik atau 17.000 mi / jam. Orbitnya yang sinkron dengan matahari memungkinkannya melewati area tertentu sekitar pukul 10.30 waktu setempat setiap hari. Seluruh satelit akan dapat berputar dan berputar sangat cepat di orbit untuk mengarahkan kamera ke area Bumi tepat di bawahnya, serta dari sisi ke sisi dan depan ke belakang. Ketangkasan ini akan memungkinkannya mengumpulkan lebih banyak citra selama satu operan. Hasil perekaman wilayah menggunakan citra GEOEYE-1 tertera pada Gambar 1.8.



Gambar 1.8 Hasil perekaman GEOEYE-1
Sumber: Satellite Imaging Corporation, 2008.

Hasil perekaman citra pada gambar 1.8 menunjukkan citra GEOEYE-1 yang mampu merekam beberapa objek di permukaan bumi tidak hanya kenampakan nyata tetapi dapat merekam terrain *model* pada perkotaan hingga pertambangan. Informasi lebih lanjut mengenai kemampuan citra GEOEYE-1 dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1. 5 Spesifikasi sensor satelit GEOEYE-1

SPESIFIKASI	KARAKTERISTIK												
Launch Date	September 6, 2008												
Camera Modes	Simultaneous panchromatic and multispectral (pan-sharpened) Panchromatic only Multispectral only												
Resolution	0.46 m / 1.51 ft* panchromatic (nominal at Nadir) 1.84 m / 6.04 ft* multispectral (nominal at Nadir)												
Spectral Range	Panchromatic: 450 - 800 nm Blue: 450 - 510 nm Green: 510 - 580 nm Red: 655 - 690 nm Near Infra Red: 780 - 920 nm												
Metric Accuracy/Geolocation	5 m CE90, 3 m CE90 (measured)												
Swath Widths & Representative Area Sizes	Nominal swath width - 15.2 km / 9.44 mi at Nadir Single-point scene - 225 sq km (15x15 km) Contiguous large area - 15,000 sq km (300x50 km) Contiguous 1° cell size areas - 10,000 sq km (100x100 km) Contiguous stereo area - 6,270 sq km (224x28 km) (Area assumes pan mode at highest line rate)												
Imaging Angle	Capable of imaging in any direction												
Revisit Frequency at 770 km Altitude (40° Latitude Target)	Max Pan Off Nadir Look Average <table><tr><th>GSD (m)</th><th>Angle (deg)</th><th>Revisit (days)</th></tr><tr><td>0.42</td><td>10</td><td>8.3</td></tr><tr><td>0.50</td><td>28</td><td>2.8</td></tr><tr><td>0.59</td><td>35</td><td>2.1</td></tr></table>	GSD (m)	Angle (deg)	Revisit (days)	0.42	10	8.3	0.50	28	2.8	0.59	35	2.1
GSD (m)	Angle (deg)	Revisit (days)											
0.42	10	8.3											
0.50	28	2.8											
0.59	35	2.1											
Daily Monoscopic Area Collection Capacity	Up to 700,000 sq km/day (270,271 sq mi/day) of pan area (about the size of Texas). Up to 350,000 sq km/day (135,135 sq mi/day) of pan-sharpened multispectral area (about the size of New Mexico)												

Sumber: Satellite Imaging Corporation, 2008.

GEOEYE memiliki resolusi spasial sebesar 0,46 meter yang berarti bahwa tiap 1x1 pixel yang dimuat dalam GEOEYE-1 mampu merekam wilayah dengan cakupan 0,46 meter. Angka tersebut merupakan angka yang kecil namun cakupan untuk kedetailan informasi terhadap objek yang direkam sangat besar.

5. Citra LANDSAT-8

Teknologi penginderaan jauh satelit dipelopori oleh NASA Amerika Serikat dengan diluncurkannya satelit sumberdaya alam yang pertama, yang disebut ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*) pada tanggal 23 Juli 1972, menyusul ERTS-2 pada tahun 1975, satelit ini membawa sensor RBV (*Retore Beam Vidcin*) dan MSS (*Multi Spectral Scanner*) yang mempunyai resolusi spasial 80 x 80 m. Satelit ERTS-1, ERTS-2 yang kemudian setelah diluncurkan berganti nama menjadi Landsat 1, Landsat 2, diteruskan dengan seriseri berikutnya, yaitu Landsat 3, 4, 5, 6,7 dan terakhir adalah Landsat 8 yang diorbitkan tanggal 11 Februari 2013, NASA melakukan peluncuran satelit *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM). Satelit ini mulai menyediakan produk citra open access sejak tanggal 30 Mei 2013, menandai perkembangan baru dunia antariksa. NASA lalu menyerahkan satelit LDCM kepada USGS sebagai pengguna data terhitung 30 Mei tersebut. Satelit ini kemudian lebih dikenal sebagai Landsat 8. Pengelolaan arsip data citra masih ditangani oleh Earth Resources Observation and Science (EROS) Center. Landsat 8 hanya memerlukan waktu 99 menit untuk mengorbit bumi dan melakukan liputan pada area yang sama setiap 16 hari sekali. Resolusi temporal ini tidak berbeda dengan landsat versi sebelumnya (USGS, 2013).

Seperti dipublikasikan oleh USGS, satelit landsat 8 terbang dengan ketinggian 705 km dari permukaan bumi dan memiliki area scan seluas 170 km x 183 km (mirip dengan landsat versi sebelumnya). NASA sendiri menargetkan satelit landsat versi terbarunya ini mengemban misi selama 5 tahun beroperasi (sensor OLI dirancang 5 tahun dan sensor TIRS 3 tahun). Tidak menutup kemungkinan umur produktif landsat 8 dapat lebih panjang dari umur yang dicanangkan sebagaimana terjadi pada landsat 5 (TM) yang awalnya

ditargetkan hanya beroperasi 3 tahun namun ternyata sampai tahun 2012 masih bisa berfungsi.

Satelit landsat 8 memiliki sensor Onboard Operational Land Imager (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS. Sebagian besar kanal memiliki spesifikasi mirip dengan landsat 7. Tabel 1.6 menjelaskan karakteristik band-band yang terdapat pada citra landsat 8.

Tabel 1.6 Karakteristik citra LANDSAT-8

Band	Panjang gelombang	Resolusi spasial
1 – <i>coastal aerosol</i>	0.43-0.45	30m
2 – <i>blue</i>	0.45-0.51	30m
3 – <i>green</i>	0.53-0.59	30m
4 – <i>red</i>	0.64-0.67	30m
5 – <i>near infrared</i>	0.85-0.88	30m
6 – <i>short wavelength infrared 1</i>	1.57-1.65	30m
7 – <i>short wavelength infrared 2</i>	2.11-2.29	30m
8 – <i>panchromatic</i>	0.50-0.68	15m
9 – <i>cirrus</i>	1.36-1.38	30m
10 – <i>thermal infrared 1</i>	10.60-11.19	100m
11 – <i>thermal infrared 2</i>	11.50-12.50	100m

Sumber: USGS, 2013.

Sebagian besar resolusi spasial yang terdapat dalam beberapa saluran di citra LANDSAT-8 berada pada resolusi 30 meter yang berarti bahwa tiap 1x1

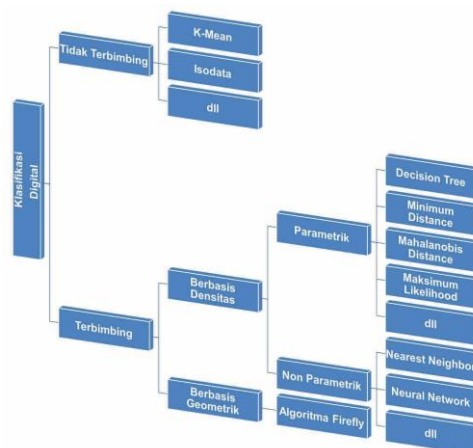
pixel mampu mencakup wilayah seluas 30 meter. Selain itu, LANDSAT-8 memiliki saluran-saluran yang tidak semua citra miliki seperti saluran thermal, near infrared, coastal aerosol, dan SWIR. Hal tersebutlah yang membuat citra LANDSAT-8 ini dapat digunakan untuk beberapa studi kasus.

6. Klasifikasi dalam Penginderaan Jauh

Klasifikasi dalam penginderaan jauh dapat digunakan salah satunya untuk identifikasi lahan. Secara umum identifikasi lahan dapat dilakukan melalui data penginderaan jauh dengan tiga cara sebagai berikut (Kushardono, 2017):

- Klasifikasi visual, yaitu identifikasi melalui tampilan citra satelit oleh mata manusia berdasarkan pola yang ada dalam citra diklasifikasi dan dilakukan pembuatan garis garis batas antar kelas (zonasi), cara visual ini baik untuk ekstraksi spasial, tetapi hasilnya ditentukan pengalaman interpretnya dan membutuhkan waktu lama.
- Klasifikasi digital, yaitu analisis citra dilakukan dengan bantuan komputer digital dengan algoritma-algoritma tertentu, kelebihan cara ini adalah waktu proses cepat dan dapat mengekstraksi besaran fisik dan indeks.
- Kombinasi metode visual dan digital (*man-machine interactive system*).

Secara umum klasifikasi digital dibedakan dalam 2 kelas besar, sebagaimana Gambar 1.9, yakni klasifikasi terbimbing (*Supervised*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*Unsupervised*).



Gambar 1.9 Jenis Klasifikasi Digital

Sumber: Kushardono, 2017.

Hal yang dimaksud klasifikasi terbimbing dalam penginderaan jauh adalah klasifikasi digital dimana pengkelasan pola-pola penutup penggunaan lahan pada citra didasarkan masukan dari operator. Untuk itu, analisis terlebih dahulu dilakukan untuk menetapkan beberapa training area (daerah contoh kelas penutup penggunaan lahan) pada citra penginderaan jauh. Penetapan training data berdasarkan pengetahuan operator terhadap wilayah dalam citra penginderaan jauh yang menjadi targetnya (Kushardono, 2017).

Metode klasifikasi yang lain (Kushardono, 2017) adalah klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*). Dimana pada metode klasifikasi tidak terbimbing dilakukan pengelompokan nilai-nilai piksel pada suatu citra oleh komputer ke dalam kelas-kelas nilai (spektral, temporal, spasial) dengan menggunakan algoritma klusterisasi. Oleh karena itu, metode klasifikasi tidak terbimbing sering disebut juga metode clustering.

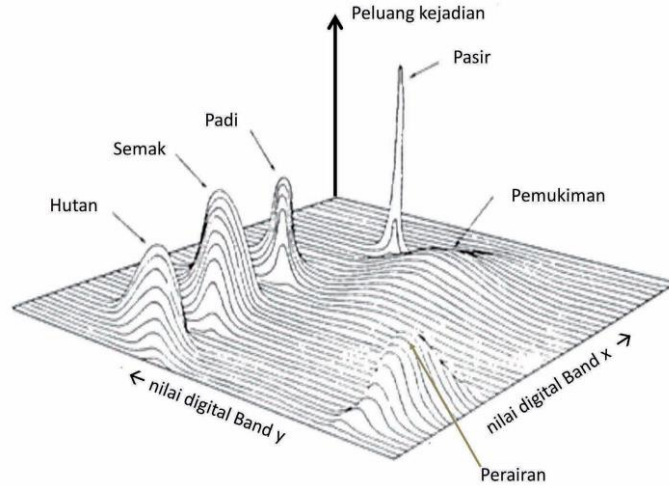
Pada metode klasifikasi tidak terbimbing, proses pengolahan data didahului dengan operator melakukan analisis secara visual untuk menentukan jumlah kelas (*cluster*) yang akan dibuat. Kemudian setelah mendapatkan jumlah kelas pola lahan, data citra diolah berdasarkan kelas-kelas nilai dikelompokkan oleh komputer menggunakan algoritma tertentu. Dari kelas pola yang diperoleh, bisa juga dilakukan penggabungan beberapa kelas yang dianggap memiliki informasi yang sama menjadi satu kelas tertentu (Kushardono, 2017).

7. Klasifikasi *Maximum Likelihood*

Klasifikasi *Maximum Likelihood* adalah metode klasifikasi parametrik yang paling populer. *Maximum Likelihood* sebenarnya sudah cukup lama dipopulerkan oleh Ronald Fisher antara tahun 1912 dan 1922, dan merupakan bagian dari statistik Bayesian.

Pada klasifikasi digital menggunakan data penginderaan jauh, *maximum likelihood* sebagai klasifikasi terbimbing membutuhkan training data untuk mendapatkan parameter jumlah kelas, menghitung fungsi sebaran dan menentukan peluang kejadian suatu kelas yang digunakan untuk memutuskan suatu kelas (Kushardono, 2017). Dari training data dapat diperoleh peluang

kejadian tiap kelas penutup lahan sebagaimana yang digambarkan pada Gambar 1.10 untuk contoh ruang 2 dimensi band x dan band y.



Gambar 1.10 Peluang kejadian suatu kelas dalam klasifikasi maximum likelihood

Sumber: Kushardono, 2017.

Dengan sebaran peluang kejadian kelas seperti pada Gambar 1.10, suatu piksel dalam ruang dimensi 2 band tersebut akan menjadi kelas tertentu yang peluang kejadiannya paling besar. Dalam klasifikasi maximum Likelihood, piksel X akan menjadi kelas k jika

$$L_k(X) = \max \{L_1(X), L_2(X), L_3(X), \dots, L_K(X)\}$$

dimana $L_k(X)$ adalah nilai probabilitas posterior (peluang kejadian terbesar) kelas k yang dihitung dengan (Takagi dan Shimoda 1991):

$$L_k(X) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |C_k|^{1/2}} \exp \{-1/2 d_k^2\}$$

adapun C_k adalah co-varian matriks tiap kelas k yang dihitung dari training data dan d_k^2 adalah mahalanobis distance yang merupakan jarak antar kelas dan ukuran keterpisahan, dihitung sebagai berikut

$$d_k^2 = (X - \bar{X})^t C_k^{-1} (X - \bar{X})$$

dimana $(X - \bar{X})^t$ adalah vektor transpose dengan X adalah vektor suatu piksel dan \bar{X} adalah vektor rata-rata untuk kelas k.

Prosedur umum pada klasifikasi maximum likelihood sebagai berikut (Kushardono, 2017):

- a. Jumlah kelas penutup penggunaan lahan pada citra satelit di dalam wilayah studi ditentukan.
- b. Piksel training data ditentukan untuk tiap kelas penutup penggunaan lahan pada citra penginderaan jauh. Untuk tujuan ini dapat digunakan untuk mengukur keterpisahan kelas dari training data yang dipilih.
- c. Training data digunakan untuk memperkirakan mean vektor dan co-varian matriks tiap kelas.
- d. Suatu piksel diputuskan menjadi salah satu kelas penutup penggunaan lahan tertentu didasarkan fungsi diskriminannya yang lebih besar daripada kelas lain, dimana perhitungannya sebagaimana dijelaskan di atas.

Dalam implementasinya, metode *maximum likelihood* bisa berpotensi salah dalam klasifikasi ke suatu kelas penutup penggunaan lahan. Misal dalam klasifikasi terdapat kelas hutan yang diambil dalam training data, piksel hutan memang tidak akan salah menjadi kelas hutan, tetapi karena kemiripan ke kelas hutan lebih besar dibanding ke kelas lain, maka ada kemungkinan piksel bukan kelas hutan akan menjadi kelas hutan. Untuk mengatasi hal semacam ini perlu dilakukan pengambilan training data untuk masing-masing kelas dengan jumlah yang sama agar sebarannya normal, selain juga memperhatikan keterpisahan antarkelas yang baik. Keterpisahan antarkelas akan dinilai sangat baik jika nilainya lebih dari 1,9; dinilai moderat jika nilainya antara 1,0 hingga 1,9; dan sangat buruk jika nilainya kurang dari 1,0 (Ahmad 2012 dalam Kushardono, 2017).

8. *Land Surface Temperature (LST)*

Land Surface Temperature (LST) adalah suhu permukaan yang dapat diukur bila permukaan tanah bersentuhan langsung dengan alat ukur. LST tidak lain adalah suhu kulit permukaan tanah (Jeevalakshmi et al., 2017). Urbanisasi di seluruh dunia telah mengubah lanskap secara signifikan, yang memiliki implikasi iklim penting di semua skala karena transformasi tutupan lahan alami secara simultan dan pengenalan material perkotaan, yaitu permukaan antropogenik. Identifikasi dan karakterisasi *Urban Heat Island (UHI)* biasanya

didasarkan pada LST yang bervariasi secara spasial, karena non-homogenitas tutupan permukaan lahan dan faktor atmosfer lainnya (Joshi dan Bhatt, 2012).

LST dapat didefinisikan juga sebagai suhu permukaan rata – rata yang digambarkan dalam cakupan suatu piksel dengan berbagai tipe permukaan yang berbeda. Besarnya nilai LST dipengaruhi oleh panjang gelombang (Faridah dan Krisbiantoro, 2014). Panjang gelombang yang paling sensitif terhadap suhu permukaan adalah inframerah thermal. Namun, pada dasarnya setiap panjang gelombang akan sensitif terhadap respon perubahan suhu yang mempengaruhi nilai pantul objek. Untuk dapat mengetahui informasi LST, dilakukan proses identifikasi suhu permukaan tanah dengan memanfaatkan gelombang thermal yang terdapat pada citra satelit (Jiménez-Muñoz dan Sobrino, 2008).

Data yang diperlukan dalam proses pengidentifikasian LST menggunakan citra satelit Landsat yaitu *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), citra Landsat 8 band 10, dan citra Landsat 8 band 11. Proses pengidentifikasian dilakukan dengan mengubah nilai digital ke nilai radian. Kemudian nilai radian yang telah didapatkan diubah menjadi satuan temperatur agar dapat mengetahui besarnya suhu secara pasti. Data LST ini sering kali digunakan sebagai data masukan dalam model perhitungan evapotranspirasi, kelembapan udara, kelengasan tanah, serta neraca energi (Faradiva et al., 2020).

D. SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

1. Konsep

Sistem Informasi Geografis, atau dalam bahasa Inggris lebih dikenal dengan Geographic Information System, adalah suatu sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi yang bereferensi geografis (Aronof, 1989).

Data yang akan diolah pada SIG merupakan data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis dan merupakan lokasi yang memiliki sistem koordinat tertentu, sebagai dasar referensinya. Dengan demikian aplikasi SIG dapat menjawab beberapa pertanyaan berkenaan dengan (Barkey et al., 2009):

- a. Lokasi, ada apa di lokasi tertentu (di seberang sungai, di lereng gunung, di Desa A, dsb.), apa yang terjadi di lokasi tersebut (rawan banjir, ada deposit emas, curah hujannya tinggi, dsb.).
- b. Kondisi, dimana lokasi jalan yang paling macet, berapa besar potensi tambang yang ada di Kabupaten X, dimana lokasi yang paling tepat untuk pembangunan HTI Sengon, dsb.
- c. Kecenderungan/Trend, sebesar apa perkembangan perumahan di Tamalanrea pada tahun 2015, seberapa besar tingkat degradasi kawasan hutan lindung di DAS Bila, dsb.
- d. Pola, bagaimana hubungan antara jenis tanah dan produksi gondorukem, bagaimana pola penyebaran penyakit di sekitar kawasan industri kayu, bagaimana pola permudaan Mangrove di muara Sungai Cerekang, dsb.
- e. Simulasi/Modeling, berapa besar menurunnya erosi bila luas hutan di hulu Sungai Jeneberang meningkat sebesar 1.000 hektar, dsb.

Telah dijelaskan diawal bahwa SIG adalah suatu kesatuan membentuk sistem yang terdiri dari berbagai komponen, tidak hanya perangkat keras komputer beserta dengan perangkat lunaknya saja, akan tetapi harus tersedia data geografis yang benar dan sumberdaya manusia untuk melaksanakan perannya dalam memformulasikan dan menganalisa persoalan yang menentukan keberhasilan SIG (Barkey et al., 2009).

2. Sumber Data Pada SIG

Data spasial yang digunakan dalam proyek SIG dapat berasal dari berbagai sumber. Beberapa sumber yang umumnya digunakan dalam pembangunan basis data spasial adalah sebagai berikut (Barkey et al., 2009):

a. Peta Analog

Peta analog (antara lain peta topografi, peta tanah, peta kawasan hutan dan perairan, dan sebagainya) yaitu peta dalam bentuk cetak. Pada umumnya peta analog dibuat dengan teknik kartografi, kemungkinan besar memiliki referensi spasial seperti koordinat, skala, arah mata angin dan sebagainya. Peta analog yang meliputi wilayah yang luas, seperti peta topografi, peta penggunaan lahan dan peta lereng, umumnya bersumber pada citra satelit atau foto udara. Dalam

tahapan SIG sebagai keperluan sumber data, peta analog dikonversi menjadi peta digital dengan cara format raster diubah menjadi format vektor melalui proses dijitasi (digitasi) sehingga dapat menunjukkan koordinat sebenarnya di permukaan bumi. Proses dijitasi dapat pula dilakukan langsung bila tersedia meja dijitasi. Namun dewasa ini sebagian besar digitasi peta analog dilakukan “*on screen*”, atau langsung di monitor setelah peta dikonversi menjadi peta raster melalui pemindai (scanner).

b. Citra Penginderaan Jauh

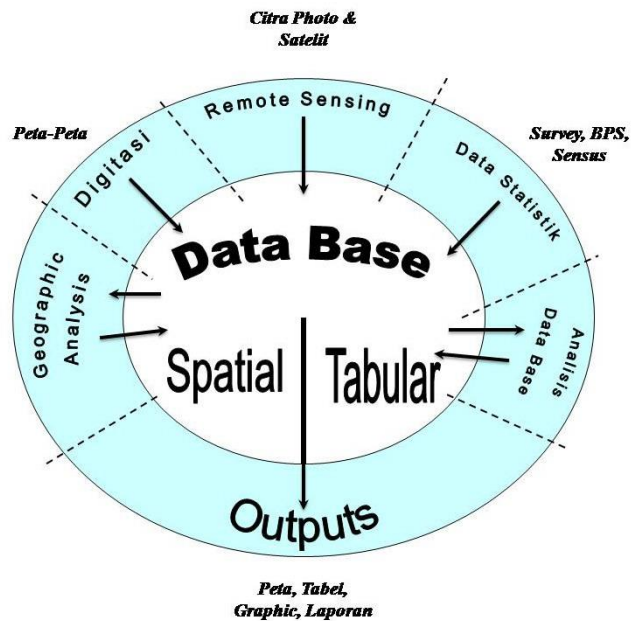
Data Penginderaan Jauh (antara lain citra satelit dan foto-udara), merupakan sumber data yang terpenting bagi SIG, utamanya untuk memantau kondisi lahan, karena ketersediaannya secara berkala dan mencakup area tertentu yang cukup luas (Landsat TM 185 Km², SPOT 60 Km², ALLOS 60Km²). Dengan adanya bermacam-macam satelit di ruang angkasa dengan spesifikasinya masing-masing, kita bisa memperoleh berbagai jenis citra satelit untuk beragam tujuan pemakaian. Data citra satelit sebagian besar disediakan dalam format raster.

c. Data Hasil Pengukuran

Data pengukuran lapangan yang dihasilkan berdasarkan teknik pemetaan tersendiri, pada umumnya data ini merupakan sumber data atribut, contohnya: batas administrasi, batas kepemilikan lahan, batas persil, batas hak perusahaan hutan, trase (alur) jalan hutan dan lain-lain.

d. Data Global Positioning System

Teknologi Global Positioning System (GPS) memberikan terobosan penting dalam menyediakan data bagi SIG. Keakuratan pengukuran GPS semakin tinggi dengan berkembangnya teknologi. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format vektor. Pengumpulan data dengan GPS merupakan pengganti pemetaan terestrial konvensional menggunakan Teodolit atau sejenisnya. Keterkaitan antara berbagai sumber data dalam SIG dapat dilihat pada Gambar 1.11 .



Gambar 1.11 Diagram skematis SIG

Sumber: Barkey et al., 2009.

Sumber data utama adalah citra penginderaan jauh, peta yang dapat pula bersumber dari citra penginderaan jauh dan data hasil survey terestrial, termasuk yang menggunakan alat GPS. Sedangkan data turunan dapat berupa hasil analisis geografis, maupun hasil analisis basis data atribut. Sedangkan luaran dari SIG, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 11, sangat beragam, mulai dari informasi sederhana, peta-peta digital dan cetakannya, sampai buku laporan. Oleh karenanya dapat disimpulkan bahwa SIG/GIS adalah basis data geografis yang terkait dengan data atribut.

3. Manipulasi dan Analisis Data SIG

Manipulasi dan analisis data dalam SIG (Jumadi et al., 2019) merupakan salah satu tahapan yang dilakukan untuk menghasilkan suatu model yang dapat digunakan untuk merancang prediksi atau simulasi. Beberapa teknik manipulasi dan analisis yang sering digunakan dalam SIG (Jumadi et al., 2019), antara lain:

a. Buffering

Fungsi buffer digunakan untuk membuat poligon baru berdasarkan jarak yang telah ditentukan pada data garis atau titik maupun poligon. Teknik buffering ini sangat sering digunakan dalam terapan SIG untuk analisis

lingkungan. Teknik ini dapat digunakan untuk menentukan arah atau radius perbesaran area yang terdampak terhadap suatu kegiatan yang terjadi pada suatu titik di lingkungan biofisik. Seperti contohnya pada analisis pencemaran airtanah. Fungsi buffer digunakan untuk melihat potensi radius pencemaran oleh zat pencemaran di airtanah. Berdasarkan analisis buffer dapat dimodelkan wilayah mana saja yang akan terdampak jika pencemaran terjadi sampai pada radius 10 meter, 20 meter, 30 meter, atau 40 meter.

b. Skoring

Selain pengukuran jarak, skoring atau pemberian nilai terhadap sifat dari parameter yang digunakan dalam analisis juga dilakukan pada subsistem. Teknik skoring sangat sering digunakan untuk berbagai permasalahan lingkungan terutama untuk membuat zonasi perencanaan atau daerah rawan terhadap bahaya tertentu. Skoring merupakan bagian dari teknik analisis SIG yang memanfaatkan data kuantitatif untuk memodelkan permasalahan lingkungan.

c. Overlay/ Tumpang Susun

Teknik analisis SIG lain yang sering digunakan dalam penelitian bidang lingkungan yaitu overlay atau tumpang susun. Teknik overlay dapat dilakukan langsung dengan menggunakan software SIG seperti ArcGIS, QGIS, dll. Teknik ini biasanya digunakan setelah dilakukan teknik analisis skoring. Tumpang susun atau overlay merupakan penggabungan dua atau lebih data grafis untuk memperoleh data grafis baru yang memiliki satuan pemetaan (unit pemetaan). Oleh karena itu dalam overlay akan dihasilkan satuan pemetaan baru (unit baru). Syarat yang harus dipenuhi untuk dilakukannya teknik ini yaitu data-data yang akan dioverlay harus memiliki sistem koordinat yang sama. Koordinat tersebut dapat berupa hasil transformasi nilai koordinat meja ataupun koordinat lapangan.

Terdapat beberapa metode overlay atau tumpang susun yang sering digunakan dalam penelitian bidang lingkungan. Metode-metode tersebut yaitu identity, intersection, union, dan update. Identity merupakan tumpang susun dua

data grafis dengan menggunakan data grafis pertama sebagai acuan batas luarnya.

d. Klasifikasi

Setelah dilakukan tahapan analisis tumpang susun, data pada tiap parameter sudah tergabung dalam satu poligon tertentu. Perbedaan antara poligon yang sudah dilakukan teknik analisis tumpang susun yaitu terletak pada atribut poligon yang juga memuat semua informasi parameter. Semua informasi pada tiap parameter tersebut, kemudian dapat diolah secara matematis dengan penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan atau pembagian untuk menghasilkan suatu nilai tertentu.

1.5.2 Penelitian Sebelumnya

Penelitian mengenai fenomena UHI yang berkaitan dengan RTH telah dilakukan oleh peneliti lain. Maka dari itu, berikut penelitian terkait yang telah diteliti sebelumnya. Pada Fariz dan Nurhidayati (2015) dengan judul “Arahan Pengembangan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Estimasi Suhu Permukaan Daratan di Kota Pekalongan” yang memiliki tujuan untuk mengetahui kondisi persebaran RTH, suhu permukaan daratan serta memberi arahan daerah mana saja yang menjadi prioritas utama pengembangan RTH di Kota Pekalongan. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan deskriptif kualitatif melalui beberapa tahapan citra dari koreksi geometrik dan radiometrik, pembuatan peta persebaran RTH dari citra Quickbird, pembuatan peta distribusi suhu permukaan, dan *overlay* antara *layer* suhu permukaan daratan dengan *layer* penutup lahan. Hasil penelitian ini berupa tipe dan luasan tutupan lahan, persebaran suhu permukaan daratan, dan arahan pengembangan ruang terbuka hijau yang dilihat dari prioritas utama.

Arifah dan Susetyo (2018) dengan judul “Penentuan Prioritas Ruang Terbuka Hijau berdasarkan *Efek Urban Heat Island* di Wilayah Surabaya Timur” yang memiliki tujuan untuk menentukan penambahan RTH di kawasan yang belum terbangun dengan kriteria ditentukan pada aspek fisik, biologis, dan sosial dilihat dari indeks kenyamanan, kerapatan vegetasi, dan kepadatan penduduk sehingga prioritas RTH mampu menurunkan efek dari fenomena UHI. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan positivistik yang memandang fenomena itu dapat diklasifikasikan, relatif tetap, konkrit, teramati, terukur, dan hubungan gejala bersifat sebab akibat. Selanjutnya, penelitian ini mengolah data dari citra LANDSAT-8 untuk mengetahui variabel NDVI, LST, dan *Relative Humidity* (RH). Hasil dari penelitian ini yaitu perlu adanya penghijauan dengan konsep *green building* di area terbangun dan arahan penambahan RTH dari prioritas RTH meningkatkan luasan RTH eksisting.

Penelitian Pratana (2018) dengan judul Analisis Persebaran *Urban Heat Island* di Kota Surakarta dengan tujuan penelitian untuk menganalisis persebaran LST dan UHI di Kota Surakarta tahun 2016-2018 dan menganalisis data perbedaan suhu permukaan berdasarkan klasifikasi tutupan lahan ROI yang didapatkan dengan

metode deskriptif kualitatif untuk mengetahui perubahan fenomena yang terjadi pada penelitian yang berupa perubahan dan perbedaan suhu yang terjadi dari tiga periode waktu tertentu di Kota Surakarta, sehingga dapat terlihat persebaran spasial Urban Heat Island dari kenampakan fisik citra sehingga mendapatkan hasil berupa distribusi LST dan UHI cenderung mengelompok di dalam lingkup Kota Surakarta terutama pada Kecamatan Banjarsari, laweyan, dan Jebres terutama pada kawasan industry dan permukiman. Tren kenaikan suhu tersebut variatif dan dinamis dipengaruhi oleh material tutupan lahan.

Kurnianti dan Rahmi (2020) dengan judul “Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau dan *Urban Heat Island* di Kota Makassar” dengan tujuan untuk memetakan sebaran RTH dengan persentase luasan serta distribusi sebaran UHI di Kota Makassar dengan menggunakan metode pengolahan data berupa LST untuk mengetahui sebaran UHI dan matriks konfusi untuk validasi lapangan terkait hasil klasifikasi NDVI hasil pengolahan menggunakan citra LANDSAT-8. Metode kuantitatif-deduktif dengan penginderaan jauh juga digunakan oleh peneliti untuk mengetahui perubahan luasan ruang terbuka hijau, perubahan suhu permukaan serta perubahan UHI yang terjadi tahun 2013 dan 2018. Hasil dari penelitian ini yaitu hasil uji akurasi klasifikasi vegetasi dengan total 82,5 %, UHI Kota Makassar yang sudah terjadi sejak tahun 2013, dan adanya pengurangan luasan RTH yang diikuti dengan kenaikan suhu tahun 2013 dan 2018.

Qurniawan (2020) dengan judul penelitian Pemanfaatan Citra Landsat Untuk Analisis Fenomena *Urban Heat Island* (UHI) di Kota Surakarta yang diteliti untuk menganalisis trend perubahan suhu dan fenomena UHI di Kota Surakarta dari tahun 2000, 2010, dan 2019 serta mengidentifikasi hubungan kerapatan vegetasi terhadap keberadaan fenomena UHI di Kota Surakarta yang dilakukan melalui analisis deskriptif kualitatif pada data hasil pengolahan citra LANDSAT multitemporal tahun 2000, 2010, dan 2019 dengan hasil penelitian yaitu tren UHI di Kota Surakarta selama tahun 2000, 2010, dan 2019 fokus pada wilayah pusat kota dengan pengaruh dari kerapatan vegetasi diantara angka 50%.

Berdasarkan kelima penelitian tersebut, perbedaan yang paling mencolok yaitu perbedaan lokasi penelitian dimana penelitian ini mengambil obyek di Kota

Surakarta sedangkan di penelitian Fariz dan Nurhidayati (2015) di Kota Pekalongan, Arifah dan Susetyo (2018) di Kota Surabaya Timur, dan Kurnianti dan Rahmi (2020) di Kota Makassar. Selanjutnya, perbedaan serta persamaan lain pada penelitian sebelumnya dengan penelitian Fariz dan Nurhidayati (2015) memiliki perbedaan pada penggunaan citra Quickbird namun dalam penelitian ini menggunakan citra LANDSAT-8 karena dalam pengolahannya, peneliti memiliki beberapa saluran citra yang hanya tersedia pada LANDSAT-8. Selain itu, dalam penelitian tersebut peneliti membahas mengenai prioritas utama yang didapatkan dari hasil perbandingan tutupan lahan dan suhu permukaan daratan. Namun, dalam penelitian di Kota Surakarta yang akan dilakukan tidak mengidentifikasi prioritas utama melainkan arahan pengembangan RTH untuk wilayah-wilayah yang terdampak dari adanya fenomena UHI.

Penelitian Arifah dan Susetyo (2018) memiliki persamaan pada pemilihan citra LANDSAT-8 dan pengolahan namun berbeda pada variabel RH untuk penentuan prioritas. Berbeda dengan penelitian yang akan dilakukan yang berlandaskan pada fenomena UHI untuk mengembangkan RTH.

Pratana (2018) memiliki kesamaan dengan penelitian ini berupa lokasi kajian yaitu di Kota Surakarta. Sedangkan perbedaan dengan penelitian ini sangat mencolok pada kajian analisis dan citra yang digunakan. Pada Pratana (2018), UHI dianalisis persebarannya dan disimpulkan tren fenomena dengan menggunakan citra Landsat multitemporal. Sedangkan, pada penelitian ini hanya menggunakan citra Landsat pada 1 waktu dan citra Geosy-1 untuk mengetahui RTH dikarenakan penelitian ini mengkaji fenomena UHI untuk arahan pengembangan RTH di Kota Surakarta.

Penelitian Kurnianti dan Rahmi (2020) memiliki persamaan pada penggunaan citra LANDSAT-8 dan pengolahan LST dengan NDVI. Namun, penggunaan NDVI pada penelitian tersebut untuk validasi lapangan sehingga akurasi hasil klasifikasi vegetasi dapat diperhitungkan. Namun, dalam penelitian ini menggunakan NDVI hanya sebagai identifikasi luasan dan sebaran RTH dan pemrosesan lebih lanjut untuk mendapatkan nilai sebaran UHI. Selain itu, pada penelitian tersebut hanya mengkaji peranan RTH yang berdampak pada kenaikan UHI sedangkan dalam

penelitian yang akan dilakukan mengkaji bagaimana fenomena UHI dapat dijadikan sebagai arahan pengembangan RTH di Kota Surakarta.

Qurniawan (2020) memiliki kesamaan dengan penelitian ini yang sama dengan Pratana (2018) yaitu dengan wilayah penelitian di Kota Surakarta. Sedangkan, perbedaan penelitian Qurniawan (2020) dengan penelitian ini ada pada metode dan tujuan. Pada penelitian tersebut menggunakan citra Landsat multitemporal untuk mengetahui tren suhu atas fenomena UHI dan melakukan hubungan antara fenomena UHI dengan kerapatan vegetasi. Hal tersebut berbeda dengan penelitian ini yang menggunakan citra Landsat-8 untuk mengetahui fenomena UHI dan citra Geoeye-1 untuk mengkaji kondisi RTH sehingga dapat dirumuskan arahan pengembangan RTH berdasarkan fenomena UHI di Kota Surakarta.

Tabel 1.7 Perbandingan dengan penelitian sebelumnya

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Fariz dan Nurhidayati (2015)	Arahan Pengembangan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Estimasi Suhu Permukaan Daratan di Kota Pekalongan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui kondisi persebaran RTH, suhu permukaan daratan serta 2. Memberi arahan daerah mana saja yang menjadi prioritas utama pengembangan RTH di Kota Pekalongan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metode pendekatan deskriptif kualitatif 2. Pemetaan persebaran RTH dari citra Quickbird, 3. Pemetaan distribusi suhu permukaan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tipe dan luasan tutupan lahan, persebaran suhu permukaan daratan 2. Arahan pengembangan ruang terbuka hijau yang dilihat dari prioritas utama

Tabel 1.7 Perbandingan dengan penelitian sebelumnya

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Arifah dan Susetyo (2018)	Penentuan Prioritas Ruang Terbuka Hijau berdasarkan Efek <i>Urban Heat Island</i> di Wilayah Surabaya Timur	Menentukan penambahan RTH di kawasan yang belum terbangun dengan kriteria ditentukan pada aspek fisik, biologis, dan sosial dilihat dari indeks kenyamanan, kepadatan vegetasi, dan kepadatan penduduk sehingga prioritas RTH mampu menurunkan efek dari fenomena UHI	1. Metode pendekatan positivistik 2. Pengolahan citra LANDSAT-8 untuk mengetahui variabel NDVI, LST, dan <i>Relative Humidity</i> (RH).	1. Perlu adanya penghijauan dengan konsep <i>green building</i> di area terbangun 2. Arahkan penambahan RTH dari prioritas RTH meningkatkan luasan RTH eksisting.

Tabel 1.7 Perbandingan dengan penelitian sebelumnya

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Pratana (2018)	Analisis Persebaran <i>Urban Heat Island</i> di Kota Surakarta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menganalisis persebaran LST dan UHI di Kota Surakarta tahun 2016-2018 2. Menganalisis data perbedaan suhu permukaan berdasarkan klasifikasi tutupan lahan ROI 	Metode deskriptif kualitatif untuk mengetahui perubahan fenomena yang terjadi pada penelitian yang berupa perubahan dan perbedaan suhu yang terjadi dari tiga periode waktu tertentu di Kota Surakarta, sehingga dapat terlihat persebaran spasial <i>Urban Heat Island</i> dari kenampakan fisik citra.	Distribusi LST dan UHI cenderung mengelompok di dalam lingkup Kota Surakarta terutama pada Kecamatan Banjarsari, laweyan, dan Jebres terutama pada kawasan industri dan permukiman. Tren kenaikan suhu tersebut variatif dan dinamis dipengaruhi oleh material tutupan lahan.

Tabel 1.7 Perbandingan dengan penelitian sebelumnya

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Kurnianti dan Rahmi (2020)	Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau dan <i>Urban Heat Island</i> di Kota Makassar	3. Memetakan sebaran RTH dengan persentase luasan serta distribusi sebaran UHI di Kota Makassar	1. Metode kuantitatif-deduktif 2. Pengolahan NDVI dan LST menggunakan citra LANDSAT-8 3. Uji validasi menggunakan matrik konfusi pada klasifikasi vegetasi hasil NDVI	1. Hasil uji akurasi klasifikasi vegetasi dengan total 82,5 %, UHI Kota Makassar yang sudah terjadi sejak tahun 2013 Adanya pengurangan luasan RTH yang diikuti dengan kenaikan suhu tahun 2013 dan 2018

Tabel 1.7 Perbandingan dengan penelitian sebelumnya

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Qurniawan (2020)	Pemanfaatan Citra Landsat Untuk Analisis Fenomena <i>Urban Heat Island</i> (UHI) di Kota Surakarta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis trend perubahan suhu dan fenomena UHI di Kota Surakarta dari tahun 2000,2010, dan 2019. 2. Identifikasi hubungan kerapatan vegetasi terhadap keberadaan fenomena UHI di Kota Surakarta 	Analisis deskriptif kualitatif pada data hasil pengolahan citra LANDSAT multitemporal tahun 2000, 2010, dan 2019.	Tren UHI di Kota Surakarta selama tahun 2000, 2010, dan 2019 fokus pada wilayah pusat kota dengan pengaruh dari kerapatan vegetasi diantara angka 50%.

Tabel 1.7 Perbandingan dengan penelitian sebelumnya

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Khusna Furoida (2020)	Analisis Fenomena <i>Urban Heat Island</i> Untuk Arahan Pengembangan Ruang Terbuka Hijau di Kota Surakarta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menganalisis persebaran fenomena UHI di Kota Surakarta tahun 2020 2. Menganalisis persebaran RTH di Kota Surakarta tahun 2020 3. Merumuskan arahan pengembangan ruang terbuka hijau berdasarkan fenomena UHI di Kota Surakarta 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perolehan data UHI menggunakan citra LANDSAT-8 dan survei lapangan terkait penggunaan lahan pada kelas UHI 2. Perolehan sebaran RTH menggunakan citra GEOEYE-1 metode klasifikasi <i>Maximum Likelihood</i> 3. Perumusan arahan pengembangan RTH berdasarkan fenomena UHI dan berpedoman pada PERMEN PU No. 5/PRT/M/2008. 	Luasan UHI sebesar 36,83 % dengan kenaikan suhu tertinggi yaitu 3,03 °C. Sedangkan luasan RTH sebesar 28,58 dengan 3 dari 5 kecamatan yang ketersediaan RTH telah memenuhi kebutuhan namun tetap memiliki fenomena UHI yang luas sehingga diperlukan arahan. Terdapat 421 zona arahan pengembangan RTH publik dan privat yang didominasi oleh jenis RTH Pekarangan dan RTH halaman perkantoran, pertokoan, dan tempat usaha.

Sumber: Penulis, 2020.

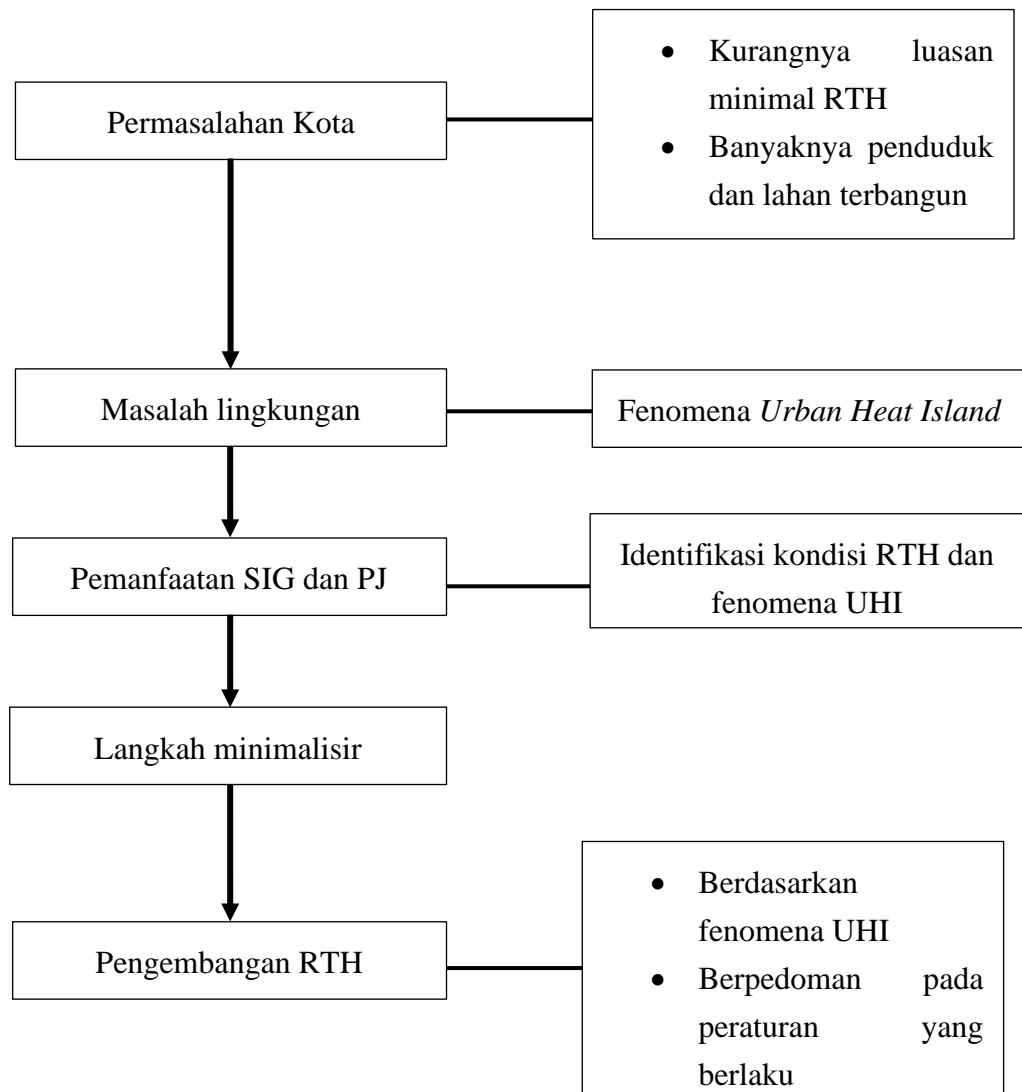
1.6 Kerangka Penelitian

Permasalahan kota yang mengalami kenaikan jumlah penduduk. Kenaikan tersebut berbanding lurus dengan kebutuhan untuk membangun lahan sehingga membuat beberapa aspek dalam perkotaan harus mendapatkan dampak seperti kurangnya ruang terbuka hijau (RTH) yang ada di kawasan perkotaan.

Ruang terbuka hijau yang memiliki beberapa fungsi yang penting untuk kawasan perkotaan salah satunya yaitu pengatur iklim mikro dalam perkotaan. Maka dari itu, jika ketersediaan RTH di perkotaan berkurang, maka akan menimbulkan beberapa permasalahan lingkungan seperti fenomena *Urban Heat Island* (UHI).

Urban Heat Island (UHI) merupakan kondisi dimana kawasan perkotaan mempunyai suhu yang lebih panas dibandingkan wilayah pinggiran atau pedesaan. Fenomena UHI dapat diidentifikasi menggunakan teknologi berupa Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jauh (PJ). Tidak hanya untuk identifikasi UHI, SIG dan PJ juga dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi RTH di kawasan perkotaan terkait ketersediaan minimalnya.

Adanya identifikasi mengenai RTH dan UHI, maka dapat dilaksanakan langkah untuk meminimalisir adanya fenomena UHI sehingga dapat mengatasi permasalahan perkotaan tersebut. Langkah yang dapat dilaksanakan yaitu mengembangkan RTH yang ada di perkotaan. Pengembangan RTH tersebut dapat dilaksanakan dengan mengkaji fenomena UHI serta berpedoman pada peraturan yang mengatur mengenai bagaimana RTH dalam perkotaan tersebut dapat dikembangkan.



Gambar 1.12 Gambar Kerangka penelitian

Sumber: Penulis, 2020.

1.7 Batasan Operasional

Ruang Terbuka Hijau adalah area memanjang/jalur atau mengelompok, yang penggunaannya bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh tanaman secara alamiah maupun yang sengaja ditanam (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008).

Vegetasi merupakan tumbuh-tumbuhan atau tanam-tanaman (Kamus Besar Bahasa Indonesia).

Urban Heat Island merupakan gambaran peningkatan suhu udara urban (perkotaan) pada *urban cover layer* (UCL) atau lapisan di bawah gedung dan tajuk vegetasi dibandingkan wilayah *rural* (pinggiran), khususnya di malam hari yang tenang dan cerah (Voogt, 2002)

Urban Boundary Layer merupakan jenis UHI yang didasarkan pada batas diatas tingkat atap atau bagian dari batas planet lapisan yang karakteristiknya dipengaruhi oleh keberadaan permukaan perkotaan (atau zona penggunaan lahannya) di bawah dan merupakan fenomena skala lokal hingga meso yang dikendalikan oleh proses yang beroperasi pada skala spasial dan temporal yang lebih besar (Oke, 1976).

Suhu Permukaan merupakan suhu bagian terluar dari suatu obyek (Wiweka, 2014).

Land Surface Temperature (LST) adalah suhu permukaan yang dapat diukur bila permukaan tanah bersentuhan langsung dengan alat ukur. LST tidak lain adalah suhu kulit permukaan tanah (Jeevalakshmi et al., 2017).

Arahan merupakan petunjuk untuk melaksanakan sesuatu (Kamus Besar Bahasa Indonesia).

Pengembangan yaitu proses, cara, perbuatan mengembangkan (Kamus Besar Bahasa Indonesia).